CANMET

Canada Centre for Mineral and Energy Technology

Centre canadien de la technologie des minéraux et de l'énergie

RAPPORT 84-7F

ÉTUDE PAR ANALYSE D'IMAGES DES MINÉRAUX DU CIRCUIT SECONDAIRE DE RÉCUPÉRATION DU ZINC DU CONCENTRATEUR BMS

WILLIAM PETRUK ET MICHAEL R. HUGHSON

32 pp

PROGRAMME DE RECHERCHE SUR LES MINÉRAUX
LABORATOIRES DES SCIENCES MINÉRALES

JANVIER 1983

Energy, Mines and Resources Canada | Énergie, Mines et Ressources Canada

Canada

85-2048/

©Ministre des Approvisionnements et Services Canada 1984

En vente au Canada par l'entremise de nos

agents libraires agréés
et autres librairies

ou par la poste au:

Centre d'édition du gouvernement du Canada
Approvisionnements et Services Canada
Ottawa, Canada, K1A 0S9

N° de catalogue M38-13/84-7F
ISBN 0-660-91395-X

Canada: 3,25$
à l'étranger: 3,90$

Prix sujet à changement sans préavis
Available in English

ÉTUDE PAR ANALYSE D'IMAGES DES MINÉRAUX DU CIRCUIT SECONDAIRE DE RÉCUPÉRATION DU ZINC DU CONCENTRATEUR BMS

par

William Petruk et Michael R. Hughson

RÉSUMÉ

On a étudié des échantillons recueillis en septembre 1979 dans le circuit secondaire de récupération du zinc du concentrateur BMS, pour déterminer le comportement de la sphalérite, de la galène et de la chalcopyrite. On a déterminé la libération et la granulométrie des minéraux, et traité les données à l'aide du programme MATBAL 2 pour ajuster les valeurs analysées, de façon à maintenir un équilibre entre les quantités apportées aux chambres de flottation et les quantités provenant d'elles. En comparant ces résultats à des données similaires obtenues avec des échantillons recueillis en 1977, on a constaté que dans certaines cellules de flottation, on obtenait de plus grandes quantités de sphalérite que dans d'autres. Il est donc possible qu'en surveillant le taux de zinc dans les résidus provenant des cellules de flottation, on puisse déterminer quand effectuer un rajustement pour obtenir un taux constant de récupération de la sphalérite. En 1977, on a aussi constaté que de gros grains libres de chalcopyrite étaient perdus avec les résidus de traitement.

---

*Chercheur et **Physicien, Laboratoire de traitement des minéraux, Laboratoires des sciences minérales, CANMET, Énergie, Mines et Ressources Canada, Ottawa, K1A 0G1.

IMAGE ANALYSIS STUDY OF THE MINERALS IN THE SECONDARY ZINC CIRCUIT OF THE BMS CONCENTRATOR

by

William Petruk and Michael R. Hughson

ABSTRACT

Samples collected in September, 1979, from the secondary zinc circuit of the BMS concentrator were studied to determine the behaviour of the sphalerite, galena and chalcopyrite. The liberations and size distributions of the minerals were determined and the data were processed by the MATBAL 2 program to adjust the analysed values so that there would be a balance between amounts fed to and discharged from the flotation cells. A comparison of the results with similar data for samples collected in 1977 shows that sphalerite recovery was better from some cells and poorer from other cells. This suggests that monitoring the zinc content of the tailings from the cells would indicate when corrective steps need to be taken to maintain a constant recovery. It was also observed that large, free chalcopyrite grains were lost to the mill tailings as in 1977.

---

*Research Scientist and **Physical Scientist, Mineral Processing Laboratory, Mineral Sciences Laboratories, CANMET, Energy, Mines and Resources Canada, Ottawa, K1A 0G1.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
RÉSUMÉ	1
ABSTRACT	ii
INTRODUCTION	1
DIAGRAMMES, ANALYSES ET BILANS DES MATÉRIAUX	1
LIBÉRATION ET EXTRACTION DES MINÉRAUX	2
COMPOSITION GRANULOMÉTRIQUE	9
DISCUSSION	25
REMERCIEMENTS	25
BIBLIOGRAPHIE	25

TABLEAUX

No.		
1.	Analyses et distribution des éléments dans les concentrés de zinc et résidus de traitement	2
2.	Analyses et analyses pondérées; taux d'extraction du zinc, du plomb et du cuivre	3
3.	Libération des minéraux	7
4.	Teneurs et taux d'extraction sous forme de minéraux libres et non libres	8
5.	Composition granulométrique de la sphalérite libre	16
6.	Composition granulométrique de la sphalérite non libre	17
7.	Composition granulométrique de la galène libre	18
8.	Composition granulométrique de la galène non libre	19
9.	Composition granulométrique de la chalcopyrite libre	20
10.	Composition granulométrique de la chalcopyrite non libre	21
11.	Quantités de sphalérite dans les diverses classes granulométriques	22
12.	Quantités de galène dans les diverses classes granulométriques	23
13.	Quantités de chalcopyrite dans les diverses classes granulométriques	24

FIGURES

1.	Diagramme du circuit secondaire de production de zinc	1
2.	Histogrammes montrant les taux d'extraction et les pertes de sphalérite libre et non libre dans les séries de 1979 et 1977	5
3.	Histogrammes montrant les rendements et pertes de galène et chalcopyrite libres et non libres dans la série de 1979	6
4.	Composition granulométrique de la sphalérite libre et non libre dans les déchets et concentrés de zinc	9

TABLE DES MATIÈRES (suite)

No.		Page
5.	Composition granulométrique de la galène libre et non libre dans les déchets et concentrés de zinc	9
6.	Composition granulométrique de la chalcopyrite libre et non libre dans les déchets et concentrés de zinc	9
7.	Composition granulométrique de la sphalérite libre et non libre dans les produits obtenus	10
8.	Composition granulométrique de la galène libre et non libre dans les produits obtenus	11
9.	Composition granulométrique de la chalcopyrite libre et non libre dans les produits obtenus	12
10.	Quantités de grains calibrés libres de sphalérite extraites et perdues dans les cellules dégrossisseuses 12, les cellules dégrossisseuses 6, et les cellules de relavage (BM'Disch = produit de charge de circuit de relavage), et extraites et perdues dans les concentrés de zinc et les déchets du circuit de traitement (déchets combinés) respectivement. On inclut à titre de comparaison les données de 1977. Échelle verticale = 0 à 10 %	13
11.	Quantités de grains calibrés de sphalérite non libre (dimensions de la sphalérite dans les particules de minerai de seconde qualité) extraites et perdues, comme l'indique le titre de la figure 10. Échelle verticale = 0 à 10 %	13
12.	Quantités de grains calibrés de galène libre extraites et perdues, comme l'indique le titre de la figure 10. Échelle verticale = 0 à 10 %	14
13.	Quantités de grains calibrés de galène non libre (dimensions de la galène dans les particules de minerai de seconde qualité) extraites et perdues, comme l'indique le titre de la figure 10. Échelle verticale = 0 à 10 %	14
14.	Quantités de grains calibrés de chalcopyrite libre extraites et perdues comme l'indique le titre de la figure 10. Échelle verticale = 0 à 10 %	15
15.	Quantités de grains calibrés de chalcopyrite non libre (dimensions de la chalcopyrite dans les particules de minerai de seconde qualité) extraites et perdues, comme l'indique le titre de la figure 10. Échelle verticale = 0 to 10 %	15

INTRODUCTION

Petruk and Schnarr (1981) ont étudié le comportement des minéraux du concentrateur de la Brunswick Mining and Smelting Corporation Limited (BMS), en analysant les échantillons qui avaient été recueillis en septembre 1977. Par la suite, R. Grant, métallurgiste de la BMS, chargé de la réalisation des projets, a modifié légèrement les circuits secondaires de production du zinc du concentrateur, et effectué un nouvel échantillonnage en septembre 1979. On a étudié les échantillons recueillis en 1979 de la même manière que ceux de 1977, mais on a effectué des analyses plus poussées. Dans l'étude initiale, on avait calculé le bilan des matériaux à partir des données de l'analyse chimique, en employant le programme MATBAL 2 (Laguitton 1980), et l'on avait déterminé à l'aide de l'analyseur d'images Quantimet 720 la libération et la composition granulométrique de la sphalérite dans les produits de charge, les concentrés et les résidus pour chaque série de cellules de flottation. Dans la présente étude, on a répété ce procédé, mais on a aussi déterminé les taux de libération et la composition granulométrique de la galène et de la chalcopyrite, et appliqué le procédé du bilan des matériaux aux données fournies par l'analyseur d'images, ainsi qu'aux analyses chimiques.

DIAGRAMMES, ANALYSES ET BILANS DES MATÉRIAUX

La figure 1 donne le diagramme du circuit secondaire de production du zinc. Au tableau 1, on indique le pourcentage pondéral des matériaux, les analyses et la granulométrie du zinc, du plomb et du cuivre dans les concentrés de zinc et les résidus de traitement. Au tableau 2, on donne les détails de l'analyse et de la composition granulométrique dans les cellules de flottation. On a réalisé à l'aide du programme MATBAL 2 une analyse du bilan des matériaux; pour cela, on s'est servi des valeurs de l'analyse (données brutes) pour déterminer le pourcentage pondéral de produit traversant chaque point du circuit (tableau 2). Pour que l'on obtienne un bilan des matériaux, le programme MATBAL 2 ajuste les analyses chimiques au maximum, en imposant une pondération à chaque valeur analysée, étant donné qu'il y a toujours un certain degré d'erreurs d'analyse et d'échantillonnage. Les valeurs équilibrées satisfont à la condition que la quantité de produit, d'élément ou de minéral, libérée par une série de cellules de flottation sous forme de concentrés et de résidus soit égale à la quantité de matériaux de charge apportée aux cellules. Le programme de pondération est recyclé par l'ordinateur jusqu'à ce que la variation des valeurs entre les cycles successifs soit inférieure à 0,01. Les analyses chimiques ajustées, le pourcentage pondéral équilibré des matériaux, et l'extraction de chaque élément en chaque point d'échantillonnage sont énumérés au tableau 2. Dans ce tableau, on inclut des valeurs comparables relatives à l'étude de 1977.

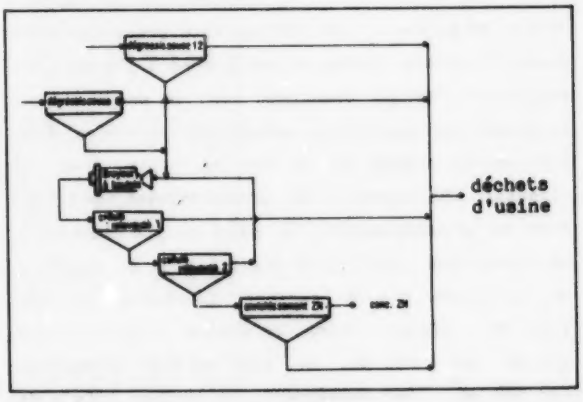

Fig. 1 – *Diagramme du circuit secondaire de production de zinc*

On a admis que dans chaque échantillon, tout le zinc, le plomb et le cuivre se retrouvaient dans la sphalérite, la galène et la chalcopyrite respectivement. La raison en est que l'on n'a trouvé aucun autre minéral contenant du plomb et du zinc, et seulement des traces de tétraédrite cuprifère. La quantité de tétraédrite était si faible qu'elle ne pouvait représenter plus de 1 % du cuivre, et se situait au-dessous de la limite de détection par l'analyse.

Tableau 1 – Analyses et distribution des éléments dans les concentrés de zinc et résidus de traitement

Produits	% en poids	Zinc		Plomb		Cuivre	
		Analyse	Distribution	Analyse	Distribution	Analyse	Distribution
1979							
Déchets de la cellule dégrossisseuse 12	59,22	1,53	34,09	0,67	46,15	0,06	36,66
Déchets de la cellule dégrossisseuse 6	31,42	1,44	17,00	0,79	28,81	0,09	27,52
Déchets de la cellule relaveuse (1)	5,35	3,62	7,28	1,60	9,92	0,17	9,28
Déchet du traitement d'enrichissement	3,15	20,55	24,27	2,92	10,65	0,76	23,94
Concentrés de zinc	0,86	53,53	17,36	4,46	4,47	0,30	2,60
Minerai de charge	100,00	2,68	100,0	0,86	100,00	0,10	100,00
1977							
Déchets de la cellule dégrossisseuse 12	58,73	0,85	27,43	0,98	47,51	0,13	49,04
Déchets de la cellule dégrossisseuse 6	31,69	0,92	15,94	1,10	28,96	0,16	32,87
Déchets de la cellule relaveuse (1)	6,36	4,54	15,92	2,83	14,93	0,21	8,64
Déchet du traitement d'enrichissement	1,99	12,28	13,31	2,25	3,62	0,69	3,98
Concentrés de zinc	1,23	40,49	27,40	5,00	4,98	0,31	5,47
Minerai de charge	100,00	1,82	100,00	1,21	100,00	0,16	100,00

LIBÉRATION ET EXTRACTION DES MINÉRAUX

On a déterminé les proportions de sphalérite, de galène et de chalcopyrite présentes sous forme de grains libres et non libres à l'aide d'un analyseur d'images Quantimet 720, en mesurant les surfaces des particules minérales observées dans environ 50 champs de la section polie, avec un objectif 16X donnant un grossissement de 1,6. Avec ce grossissement, la plus petite dimension décelable des particules était 1,5 µm de diamètre et la plus faible surface décelable environ 2,25 μm^2. Chaque champ de vision analysé avait 370 µm par 290 µm, et une surface d'environ 107 300 μm^2. Par conséquent, la surface totale de 50 champs de vision représentait 5 365 000 μm^2 ou environ 5 mm^2. Environ 35 % de la surface analysée contenait des particules minérales, le reste était le milieu de support. Chaque champ analysé contenait environ 1000 à 1500 particules, de 1,5 à 100 µm de diamètre. Ceci revient à analyser environ 6 à 10 grains de chalcopyrite par champ dans un échantillon contenant en poids 0,35 % de Cu, 6 à 10 cristaux de sphalérite par champ dans un échantillon contenant en poids 0,6 % de Zn, et 4 à 6 grains de galène par champ dans un échantillon comportant 0,9 % en poids de Pb. On analysait davantage ou moins de grains, suivant que les résultats de l'analyse étaient proportionnellement plus élevés ou plus bas. Puisque le dosage du zinc variait entre environ 1,5 à 53 % en poids, on a analysé 1000 à 35 000 grains de sphalérite dans les échantillons respectifs. De même, on a analysé dans les échantillons respectifs 0 à 1900 grains de galène et environ 40 à 500 grains de chalcopyrite.

On a corrigé les valeurs de l'analyse pour tenir compte de l'effet de coupe qui fait que des grains non libres apparaissent libres dans une lame mince (Petruk, 1978). La correction apportée a été la suivante: Le pourcentage corrigé de grains non libres est égal au pourcentage analysé de grains non libres multiplié par 1,15. Le pourcentage corrigé de grains libres est, par conséquent, 100 % - le pourcentage corrigé de grains non libres.

Les pourcentages corrigés de sphalérite, galène et chalcopyrite libres (observées) sont énumérés au tableau 3. Les pourcentages corrigés de grains minéraux libres ont été ajustés relativement à un bilan des matériaux à l'aide du programme MATBAL 2, de sorte que la quantité de grains de minéraux libres entrant dans chaque cellule était égale à la quantité de sortie. On y est parvenu, en convertissant le pourcentage corrigé de sphalérite, galène et chalcopyrite

Tableau 2 – Analyses et analyses pondérées; taux d'extraction du zinc, du plomb et du cuivre

	Cellule dégrossisseuse n° 12			Cellule dégrossisseuse n° 6			Broyeur à boulets		1re cellule relaveuse			2e cellule relaveuse			Epaississeur		
	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Produit obtenu	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets (concentré de Zn)
% en poids de produit en 1979	64,61	5,39	59,23	35,39	3,97	31,42	10,98	10,98	10,98	5,63	5,35	5,63	4,01	1,62	4,01	3,15	0,86
% en poids de produit en 1977	64,54	5,81	58,73	35,46	3,77	31,69	12,32	12,32	12,32	5,96	6,36	5,96	3,22	2,74	3,22	1,99	1,23
Analyse Zn, données brutes 1979	1,68	6,98	1,86	3,66	23,82	1,48	13,00	19,26	19,26	23,38	3,64	23,38	28,94	10,40	28,94	20,04	52,67
Analyse Zn, pondération 1979	1,96	6,70	1,53	3,94	23,71	1,44	13,41	13,41	13,41	22,71	3,63	22,71	27,66	10,48	27,66	20,55	53,53
Analyse Zn, pondération 1977	1,60	9,17	0,85	2,22	13,16	0,92	9,58	9,58	9,58	14,98	4,54	14,98	23,04	5,54	23,04	12,28	40,49
Extraction Zn, 1979	47,63	13,55	34,09	52,36	35,36	17,00	55,30	55,30	55,30	48,02	7,28	48,02	41,63	6,39	41,63	24,27	17,36
Extraction Zn, 1977	56,63	29,20	27,43	43,37	27,43	15,94	64,59	64,59	64,59	48,67	15,92	48,67	40,71	7,96	40,71	13,31	27,40
Analyse Pb, données brutes 1979	0,92	2,06	0,82	1,06	2,36	0,76	2,38	2,44	2,44	3,04	1,64	3,04	3,02	3,08	3,02	3,34	4,68
Analyse Pb, pondérée 1979	0,80	2,18	0,67	0,98	2,87	0,79	2,40	2,40	2,40	3,17	1,60	3,17	3,25	2,97	3,25	2,92	4,46
Analyse Pb, pondérée 1977	1,10	2,36	0,98	1,81	3,95	1,10	3,10	3,10	3,10	3,40	2,83	3,40	3,30	3,51	3,30	2,25	5,00
Extraction Pb, 1979	59,79	13,64	46,15	40,21	11,40	28,81	30,63	30,63	30,63	20,71	9,92	20,71	15,12	5,59	15,12	10,65	4,47
Extraction Pb, 1977	58,82	11,31	47,51	41,18	12,22	28,96	31,67	31,67	31,67	16,74	14,93	16,74	8,60	8,14	8,60	3,62	4,98
Analyse Cu, données brutes 1979	0,08	0,30	0,06	0,19	0,92	0,08	0,30	0,38	0,30	0,58	0,16	0,58	0,52	0,20	0,52	0,76	0,30
Analyse Cu, pondérée 1979	0,08	0,24	0,06	0,14	0,58	0,09	0,35	0,35	0,35	0,53	0,17	0,53	0,66	0,20	0,66	0,76	0,30
Analyse Cu, pondérée 1977	0,13	0,20	0,13	0,19	0,84	0,16	0,30	0,30	0,30	0,40	0,21	0,80	0,45	0,34	0,45	0,69	0,31
Extraction Cu, 1979	49,38	12,72	36,66	50,62	23,10	27,52	39,06	39,06	39,06	29,78	9,28	29,78	26,54	3,24	26,54	23,94	2,60
Extraction Cu, 1977	56,42	7,38	49,04	43,58	10,71	32,87	28,16	28,16	28,16	15,52	8,64	15,52	9,45	6,07	9,45	3,98	5,47

libres en un pourcentage pondéral de zinc, plomb et cuivre respectivement aux minéraux libres de chaque échantillon, et en effectuant une analyse du bilan des matériaux à l'aide du programme MATBAL 2. Dans l'étape de pondération, on a lié le pourcentage en poids de produit en chaque point d'échantillonnage aux valeurs de la ligne supérieure du tableau 2; ainsi, on a ajusté le pourcentage en poids de chaque élément respectivement aux particules minérales libres. La plupart des corrections représentaient moins de 15 % de la quantité analysée, mais dans un cas, les corrections étaient de 36 %. Ceci suggère que l'erreur d'analyse concernant la libération des minéraux est ±15 % de la quantité analysée. À titre de comparaison, on a inclus le pourcentage en poids de sphalérite libre observée dans l'échantillon de l'étude faite en 1977. Avec la plupart des échantillons, la corrélation est faible, bien que les valeurs soient du même ordre de grandeur pour les concentrés de la dégrossisseuse 6, ceux de la cellule relaveuse 1 et ceux de la cellule relaveuse 2, et pour les résidus retraités qui représentent du concentré de zinc (tableau 3).

On a calculé le taux d'extraction de sphalérite, galène et chalcopyrite libres et non libres en chaque point d'échantillonnage d'après le pourcentage en poids du produit et les valeurs pondérées de l'analyse se rapportant aux particules minérales libres et non libres (tableau 4); aux figures 2 et 3, on a représenté ces résultats sous forme de graphiques. La figure 2 montre que dans le cas de la série de 1979, on a obtenu un bon taux d'extraction de sphalérite libre des cellules relaveuses, mais un faible taux des cellules dégrossisseuses, en particulier du numéro 12. Au contraire, dans le cas de la série de 1977, on a obtenu un bon taux d'extraction de sphalérite libre des cellules dégrossisseuses, mais on a noté une perte significative pour la première cellule relaveuse. La figure 3 montre qu'on n'a récupéré dans le concentré de zinc que de très faibles proportions de galène et chalcopyrite libres et non libres. La plupart de ces minéraux sont passés dans les résidus de traitement.

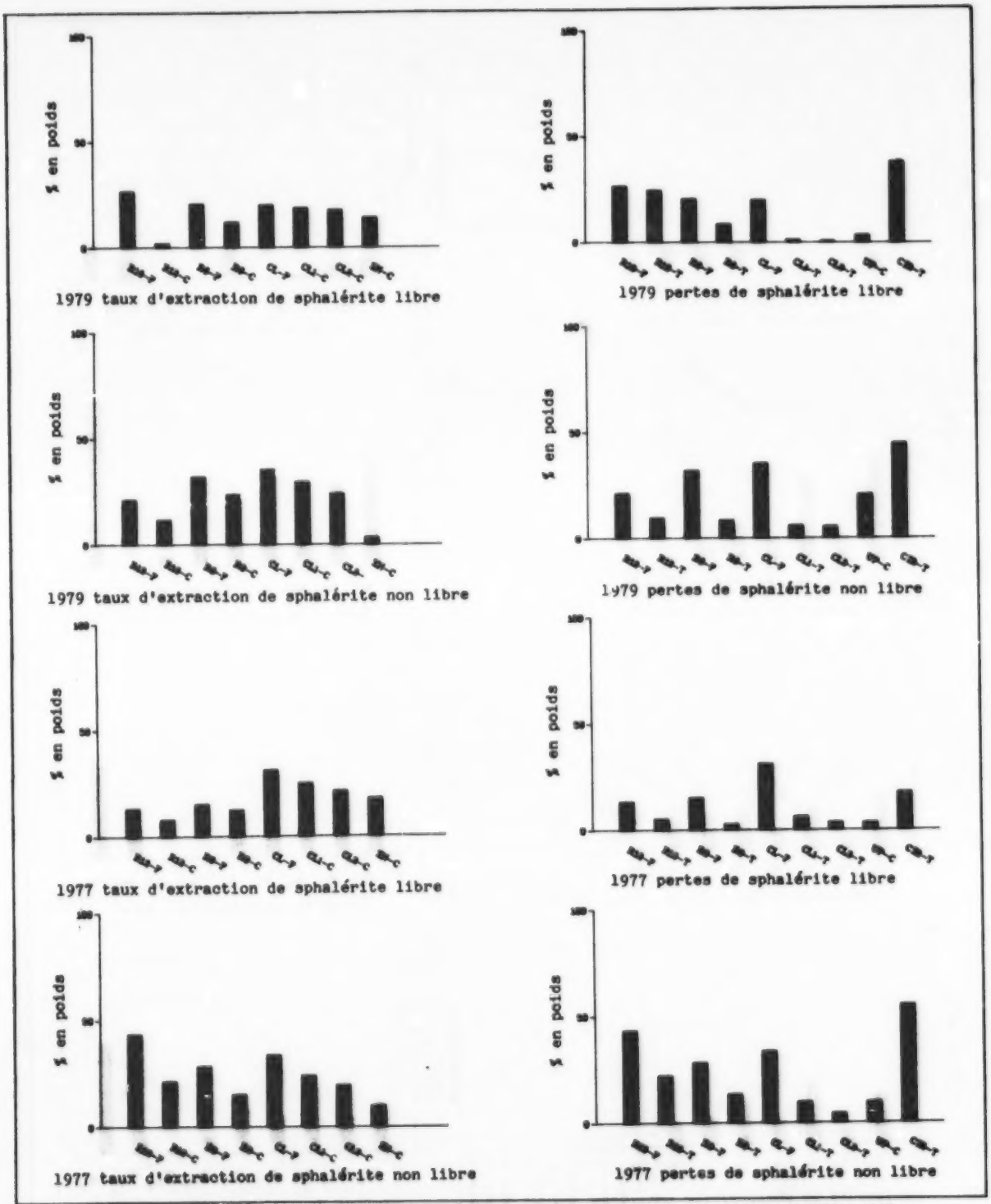

Fig. 2 – *Histogrammes montrant les taux d'extraction et les pertes de sphalérite libre et non libre dans les séries de 1979 et 1977.* La dernière barre (ZN-C) de diagrammes de rendement montre le taux d'extraction dans le concentré de zinc, et la dernière barre (CIR-T) des diagrammes des pertes montre la perte totale dans le circuit. R12-F et R6-F représentent les quantités dans les matériaux de charge des cellules dégrossisseuses 12 et 6; R12-C et R6-C représentent les rendements des cellules dégrossisseuses respectives; R12-T et R6-T représentent les pertes des cellules dégrossisseuses respectives, les produits se retrouvent dans les déchets. CL-F est la quantité de matériau de charge du circuit de relavage; CL1, CL2 et les autres représentent soit le rendement, soit les pertes des cellules de relavage 1 et 2 et des cellules d'enrichissement respectivement. La quantité totale de sphalérite libre et non libre dans le circuit est 100 %.

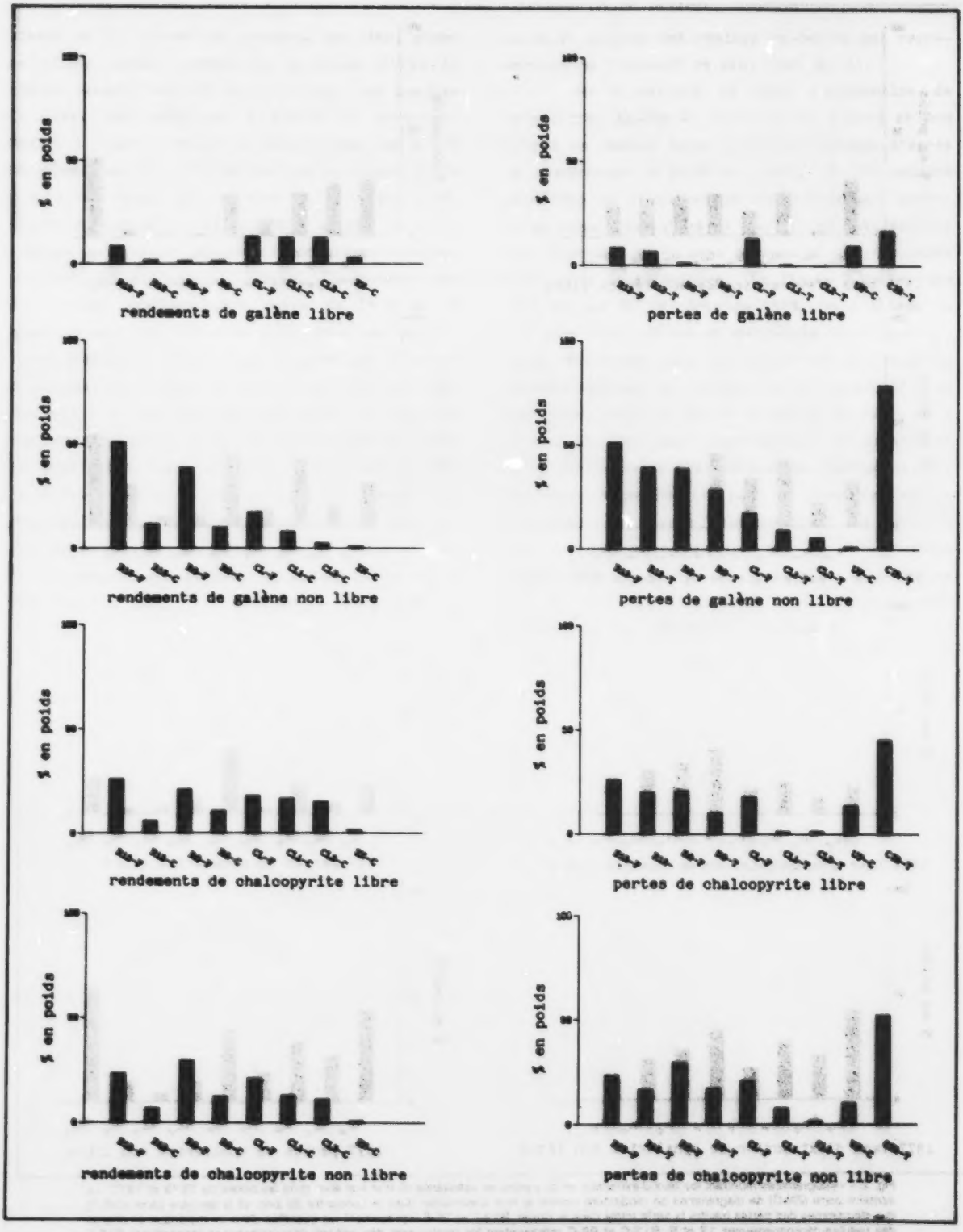

Fig. 3 – *Histogrammes montrant les rendements et pertes* de galène et chalcopyrite *libres et non libres dans le cycle de 1979.* La dernière barre (ZN-C) des diagrammes de rendement montre le taux d'extraction dans le concentré de zinc; la dernière barre (CIR-T) des diagrammes des pertes montre la perte totale dans le circuit. La quantité totale de minéraux libres et non libres dans le circuit est 100 %.

Tableau 3 – Libération* des minéraux

	Cellule dégrossissseuse n° 12			Cellule dégrossisseuse n° 6			Broyeur à boulets		1ère cellule relaveuse			2e cellule relaveuse			Ensemble circuit		
	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Produit broyé	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets
sphalérite (chauvrée) 1979	62	14	53	45	36	48	24	41	41	42	19	42	46	14	46	14	60
sphalérite (pondérée) 1979	55	14	72	39	34	50	26	36	36	39	19	39	43	14	43	15	81
sphalérite (chauvrée (1977)	22	27	18	38	45	15	-	47	47	51	37	51	52	48	52	50	63
galène (chauvrée) 1979	0	0	0	0	0	0	24	0	0	15	17	15	91	0	91	48	41
galène (pondérée) 1979	15	13	15	3	12	0	10	42	42	60	6	60	82	0	82	88	68
galène (chauvrée) 1977	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16
Chalcopyrite (chauvrée) 1979	58	0	51	4	54	75	42	0	0	67	15	67	65	85	65	62	60
Chalcopyrite (pondérée) 1979	53	46	55	41	46	37	31	46	46	56	14	96	58	44	58	57	60
Chalcopyrite (chauvrée) 1977	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	32

* Poids % de minéraux sous forme de grains libres

Tableau 4 - Teneurs et taux d'extraction sous forme de minéraux libres et non libres

	Cellule dégrossisseuse n° 12			Cellule dégrossisseuse n° 6			Broyeur à boulets		1ère cellule relaveuse			2e cellule relaveuse			Enrichissement			
	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Produit obtenu	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Rang le circuit
poids % Zn sous forme sp* libre 1979	1,08	0,92	1,10	1,58	7,96	0,72	3,60	4,85	4,85	8,80	0,68	8,80	11,76	1,89	11,76	3,02	45,56	
poids % Zn sous forme sp libre 1977	0,35	2,43	0,15	0,75	5,79	0,14	3,55	4,54	4,54	7,57	1,70	7,57	11,98	2,44	11,98	3,71	25,43	
poids % Zn sous forme sp non libre 1979	0,86	5,76	0,67	2,40	15,75	0,72	9,90	8,57	8,57	13,91	2,94	13,91	19,90	8,99	19,90	17,53	9,97	
poids % Zn sous forme sp non libre 1977	1,25	6,74	0,70	1,47	8,61	0,78	6,02	5,03	5,03	7,40	2,84	7,40	11,06	3,10	11,06	6,50	15,06	
Extrait sous forme sp libre 1979	26,4	1,9	24,5	20,5	11,9	8,6	14,7	20,0	20,0	18,6	1,4	18,6	17,7	0,9	17,7	5,6	14,1	52,2
Extrait sous forme sp libre 1977	13,3	8,0	5,3	15,1	12,4	2,7	24,0	31,0	31,0	24,8	6,2	24,8	21,2	3,6	21,2	3,5	17,7	35,8
Extrait sous forme sp non libre 1979	21,2	11,7	9,6	31,9	23,5	8,5	40,6	35,3	35,3	29,4	5,9	29,4	23,9	5,5	23,9	20,6	3,2	47,8
Extrait sous forme sp non libre 1977	45,3	21,2	22,1	28,3	15,0	13,5	40,6	33,6	33,6	23,9	9,7	23,9	19,5	4,4	19,5	9,8	9,7	64,6
poids % Pb sous forme ga libre**	0,12	0,29	0,10	0,03	0,30	0,00	0,25	1,02	1,02	1,90	0,09	1,90	2,67	0,00	2,67	2,51	3,03	
poids % Pb sous forme ga non libre	0,68	1,88	0,57	0,95	2,17	0,79	2,15	1,38	1,38	1,27	1,51	1,27	0,58	2,07	0,58	0,41	1,43	
Pb extrait sous forme ga libre	8,6	1,8	6,7	1,4	1,4	0,0	3,2	13,0	13,0	12,4	0,6	12,4	12,4	0,0	12,4	9,4	3,0	19,8
Pb extrait sous forme ga non libre	51,8	11,8	39,4	38,8	10,1	28,8	27,4	17,6	17,6	8,3	9,3	8,3	2,7	5,6	2,7	1,2	1,8	80,2
Poids % Cu sous forme cp*** libre	0,04	0,11	0,03	0,06	0,27	0,03	0,16	0,16	0,16	0,30	0,02	0,30	0,38	0,09	0,38	0,44	0,18	
Poids % Cu sous forme cp non libre	0,04	0,13	0,03	0,08	0,51	0,06	0,19	0,19	0,19	0,23	0,15	0,23	0,28	0,11	0,28	0,32	0,12	
Cu extrait sous forme cp libre	25,9	5,9	20,0	20,9	10,7	10,2	18,0	18,0	18,0	16,7	1,3	16,7	15,3	1,4	15,3	13,7	1,6	46,8
Cu extrait sous forme cp libre	23,5	6,8	16,7	29,7	12,8	17,3	21,1	21,1	21,1	13,1	8,0	13,1	11,3	1,8	11,3	10,3	1,0	53,2

* sp = sphalérite
** ga = galène
*** cp = chalcopyrite

COMPOSITION GRANULOMÉTRIQUE

On a déterminé la composition granulométrique des grains libres et non libres à l'aide de l'analyseur d'images, et corrigé les valeurs par rapport à un bilan des matériaux en utilisant le même procédé que dans le cas de la libération des minéraux. On présente les résultats aux tableaux 5 à 10 et aux figures 4 à 9. On a inclus les compositions granulométriques citées dans l'étude de 1977 pour les concentrés de zinc (circuits de récupération) et pour l'ensemble combiné résidus de traitement ou du circuit (résidus de la cellule dégrossisseuse 12 + résidus de la cellule dégrossisseuse 6 + résidus de la cellule relaveuse 1 + concentré récupéré). Il convient de noter que dans les échantillons de 1977, tous les grains libres et non libres étaient de granulométrie plus fine que dans les échantillons de 1979. La relation entre la dimension des grains non libérés dans le concentré de zinc et leur dimension dans les résidus combinés de traitement (figures 5-7) était cependant la même à la fois dans les échantillons de 1979 et ceux de 1977. Les particules de sphalérite, de galène et de chalcopyrite non libres dans le concentré de zinc sont de granulométrie plus grossière que dans les résidus combinés de traitement; à la fois dans les échantillons de 1977 et 1979, la chalcopyrite libre des résidus de traitement combinés a une granulométrie grossière; et dans les concentrés de zinc, les cristaux de galène libre sont plus gros que dans les résidus.

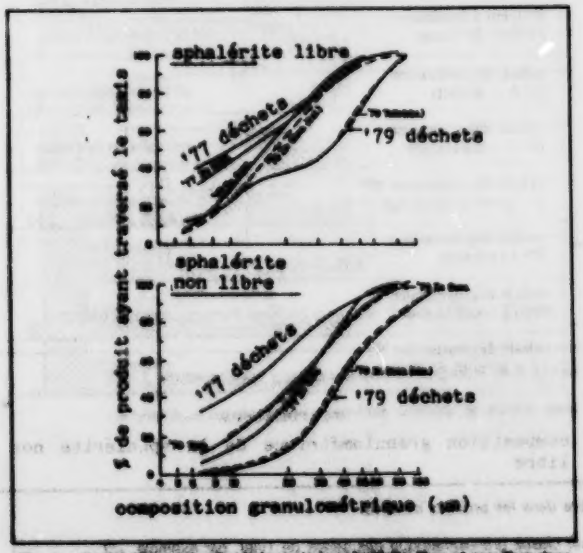

Fig. 4 – *Composition granulométrique de la sphalérite libre et non libre dans les déchets et concentrés de zinc.* Le graphique indique le taux cumulatif de produit ayant traversé le tamis.

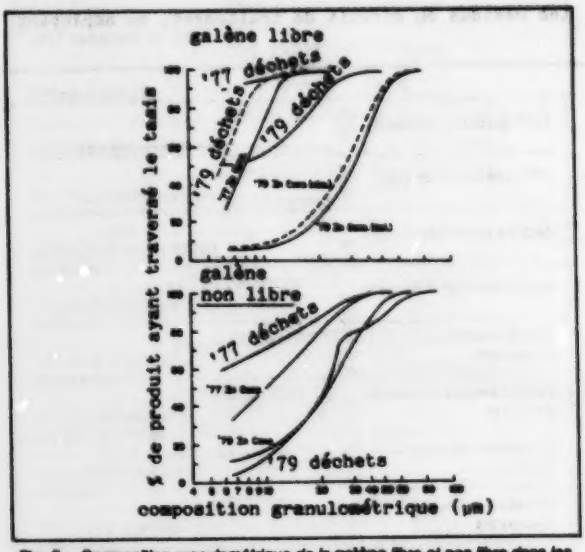

Fig. 5 – *Composition granulométrique de la galène libre et non libre dans les déchets et concentrés de zinc.* Le graphique indique le taux cumulatif de produit ayant traversé le tamis.

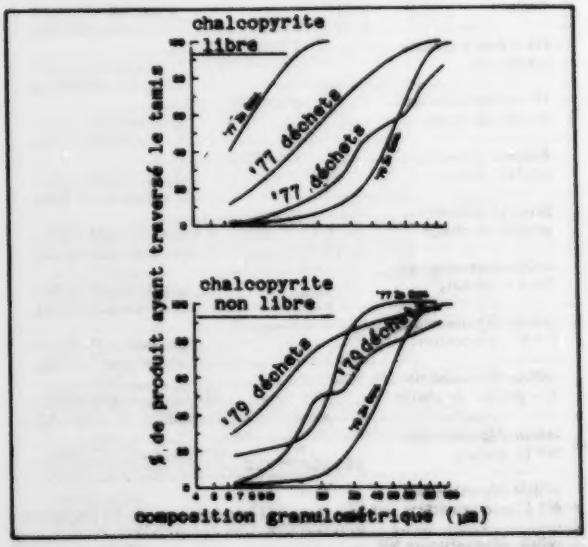

Fig. 6 – *Composition granulométrique de chalcopyrite libre et non libre dans les déchets et concentrés de zinc.* Le graphique indique le taux cumulatif de produit ayant traversé le tamis.

On a calculé les taux de libération et de perte des grains de minéraux libres et non libres de différentes dimensions à l'intérieur des diverses cellules et dans le concentré de zinc et les résidus du circuit de traitement, en employant les listes de compositions granulométriques figurant aux tableau 5 à 10, et les taux de récupération figurant au tableau 3. On présente les résultats aux tableaux 11 à 13; on les a représentés sous forme d'histogrammes aux figures 10 à 15.

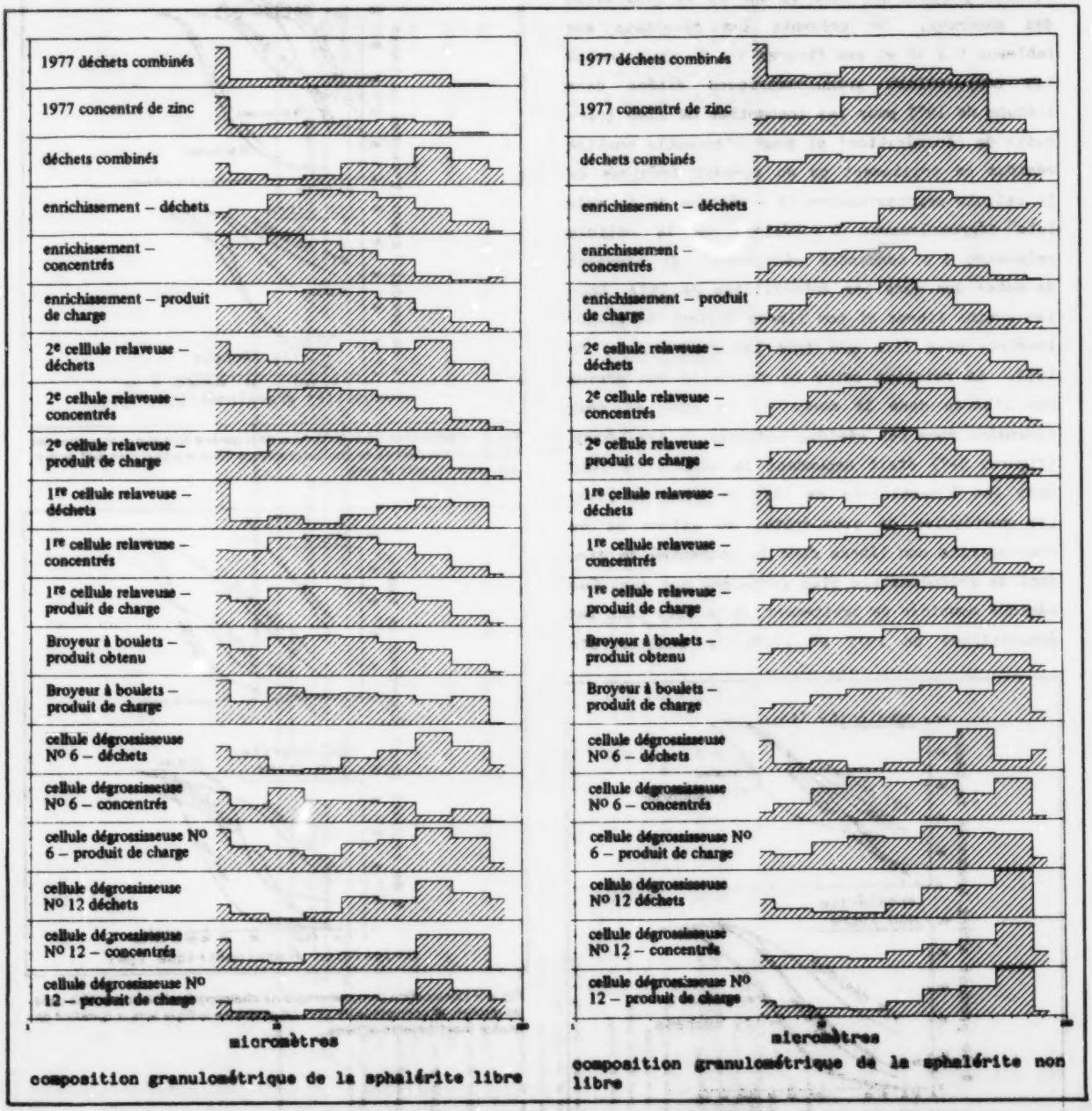

Fig. 7 – Composition granulométrique de la sphalérite libre et non libre dans les produits obtenus.

Le graphique représente les quantités relatives de minéral dans chaque classe granulométrique des séries de Tyler, par exemple, $\sqrt{2}$.

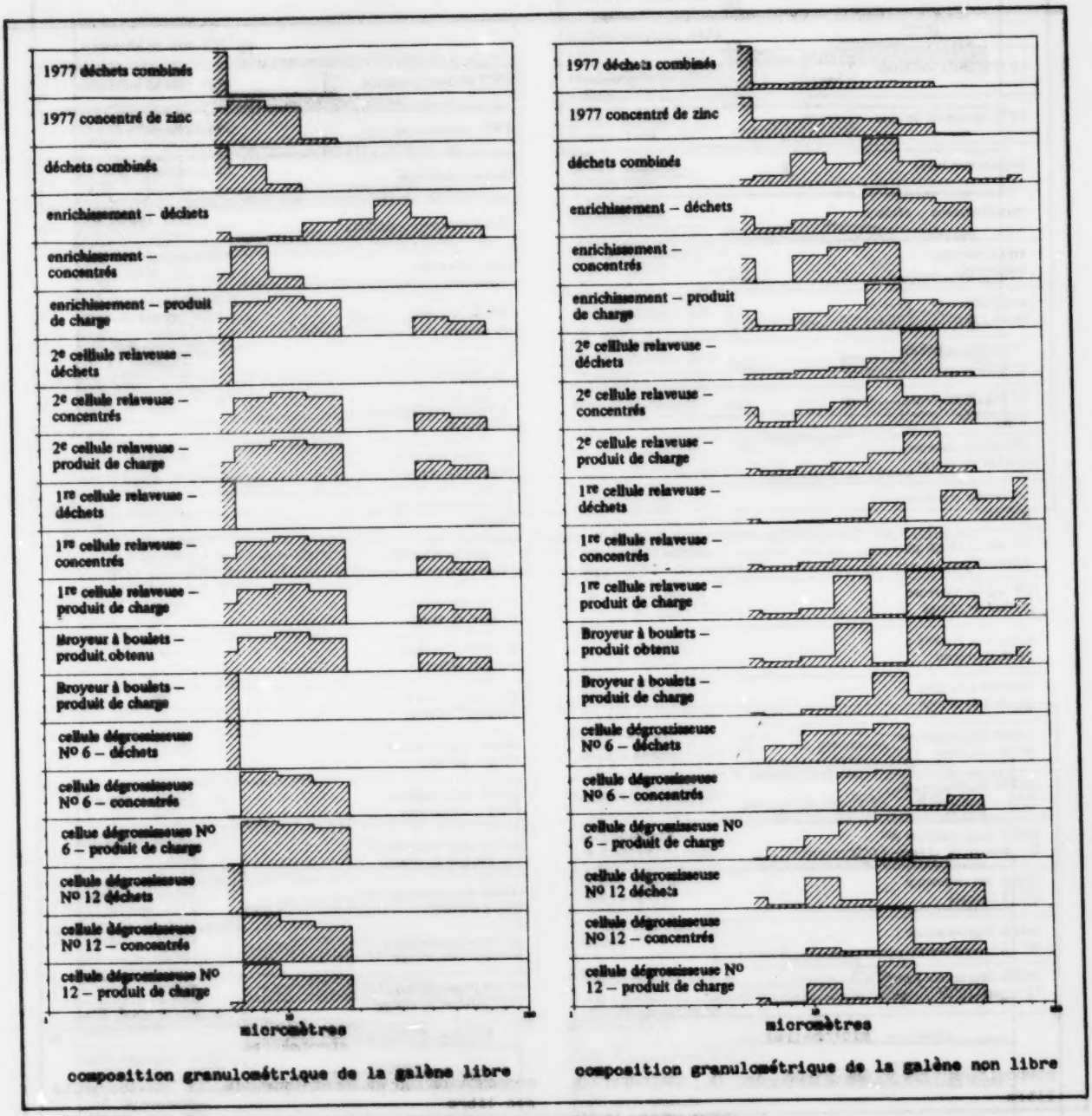

Fig. 8 – Composition granulométrique de la galène libre et non libre dans les produits obtenus.

Le graphique représente les quantités relatives de minéral dans chaque classe granulométrique des séries de Tyler, par exemple, $\sqrt{2}$.

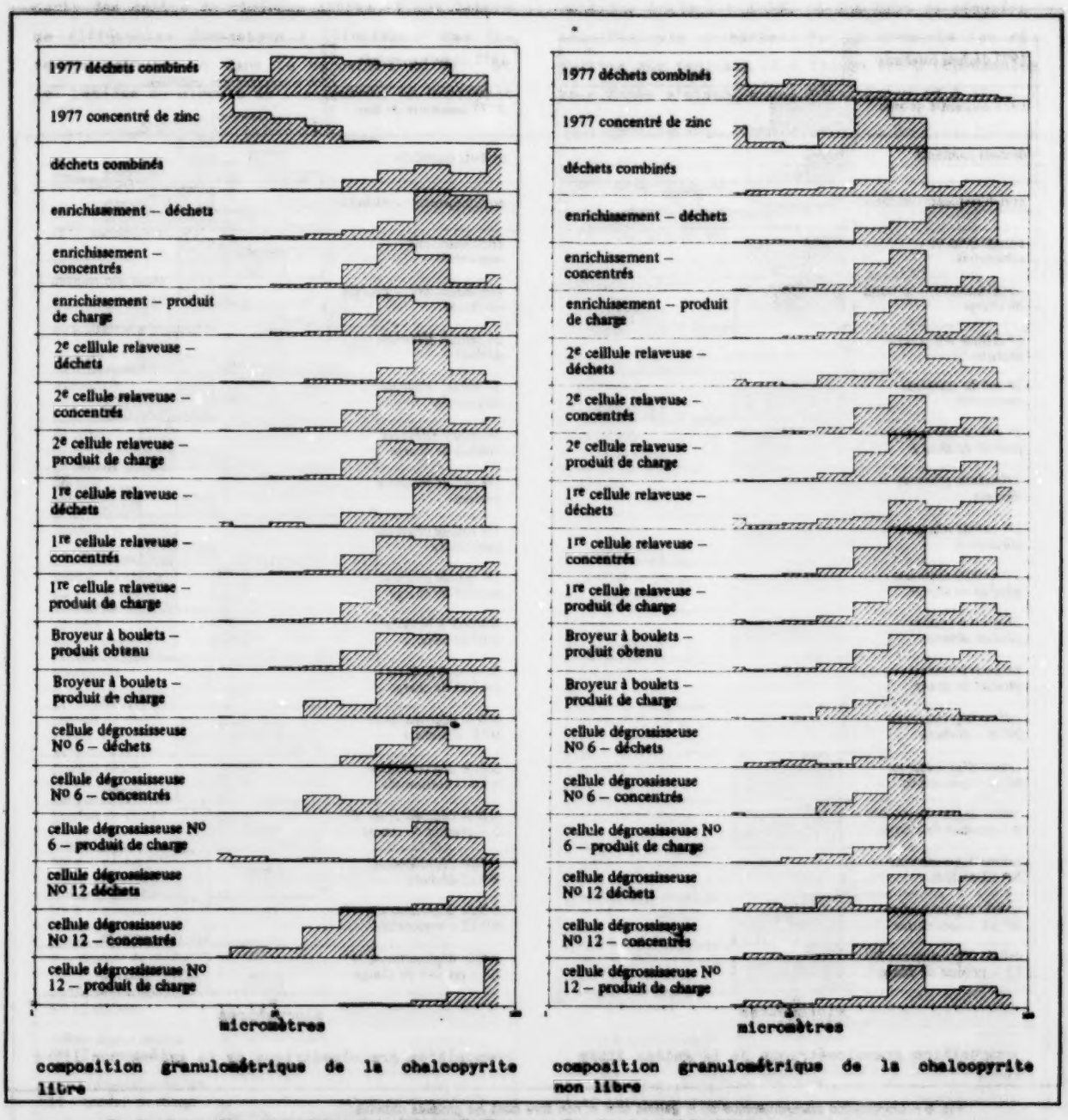

Fig. 9 – Composition granulométrique de la chalcopyrite libre et non libre dans les produits obtenus.

Le graphique indique les quantités relatives de minéral dans chaque classe granulométrique des séries de Tyler, par exemple, $\sqrt{2}$.

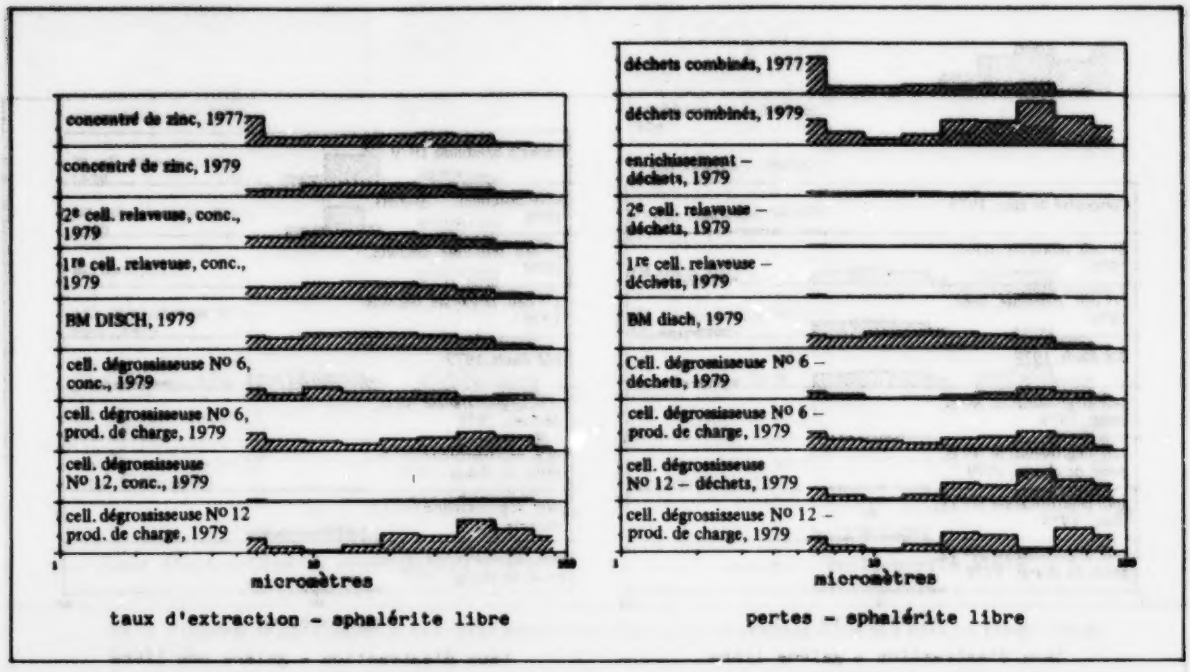

Fig. 10 – *Quantités de grains calibrés* libres *de sphalérite extraites et perdues dans la cellule* dégrossisseuse 12, la cellule dégrossisseuse 6 et les cellules de relavage (BM'Disch = produit de charge du circuit de relavage), et extraites et perdues dans les concentrés de zinc et les déchets du circuit du traitement (déchets combinés) respectivement. On inclut à titre de comparaison les données de 1977. Échelle verticale = 0 à 10 %.

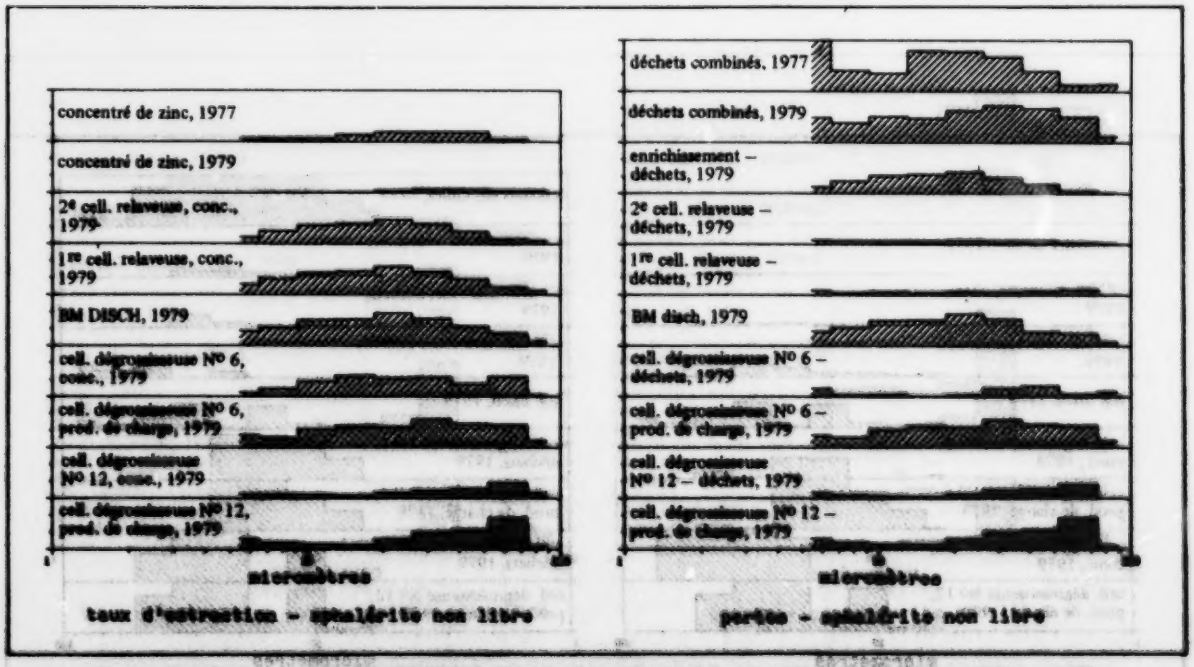

Fig. 11 – Quantités de grains calibrés de sphalérite non libre (libérations de la sphalérite dans les particules de minerai de moindre qualité) extraites et perdues, comme l'indique le titre de la figure 10. Échelle verticale = 0 à 10 %.

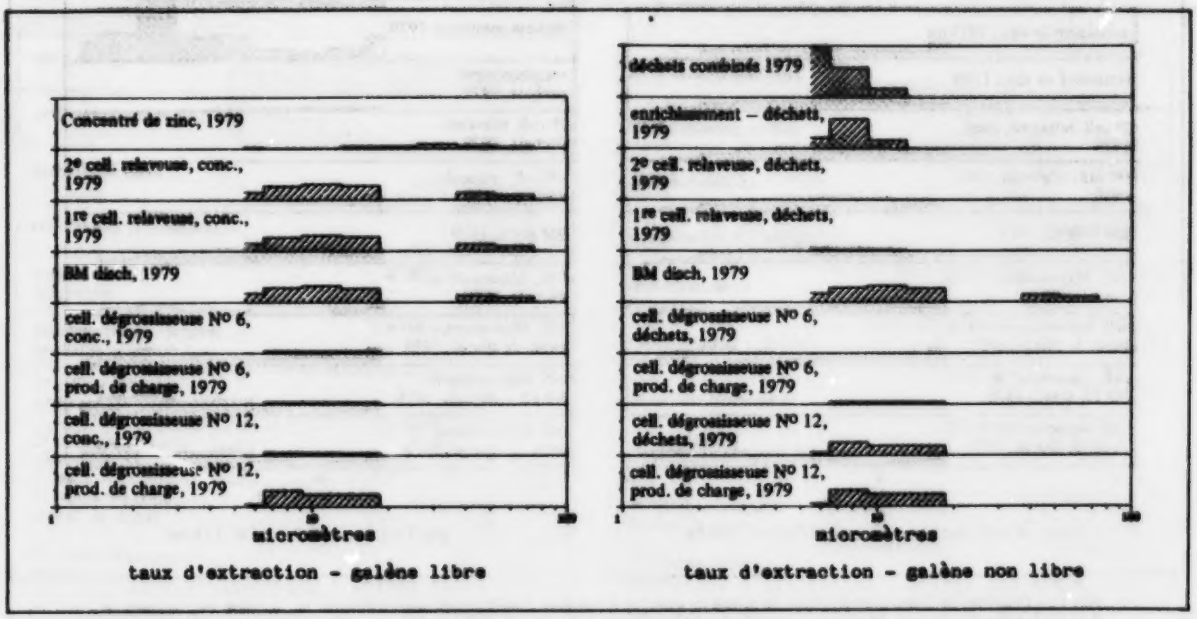

Fig. 12 – Quantités de grains calibrés de galène libre extraites et perdues, comme l'indique le titre de la figure 10. Échelle verticale = 0 à 10 %.

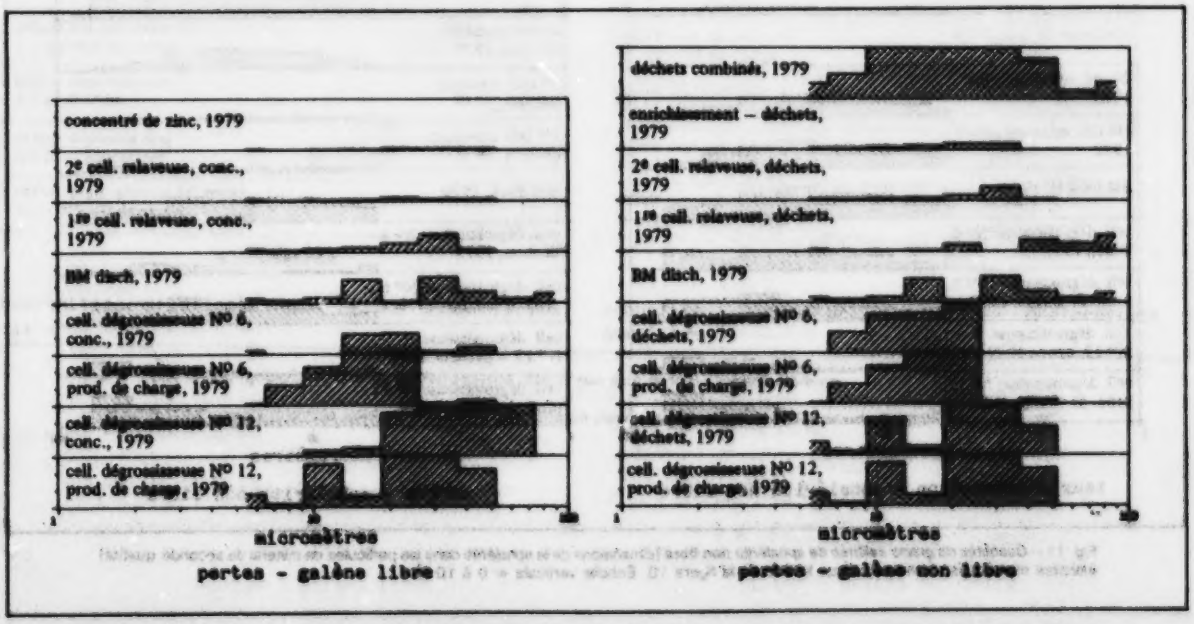

Fig. 13 – Quantités de grains calibrés de galène non libre (dimensions de la galène dans les particules de minerai de seconde qualité) extraites et perdues, comme l'indique le titre de la figure 10. Échelle verticale = 0 à 10 %.

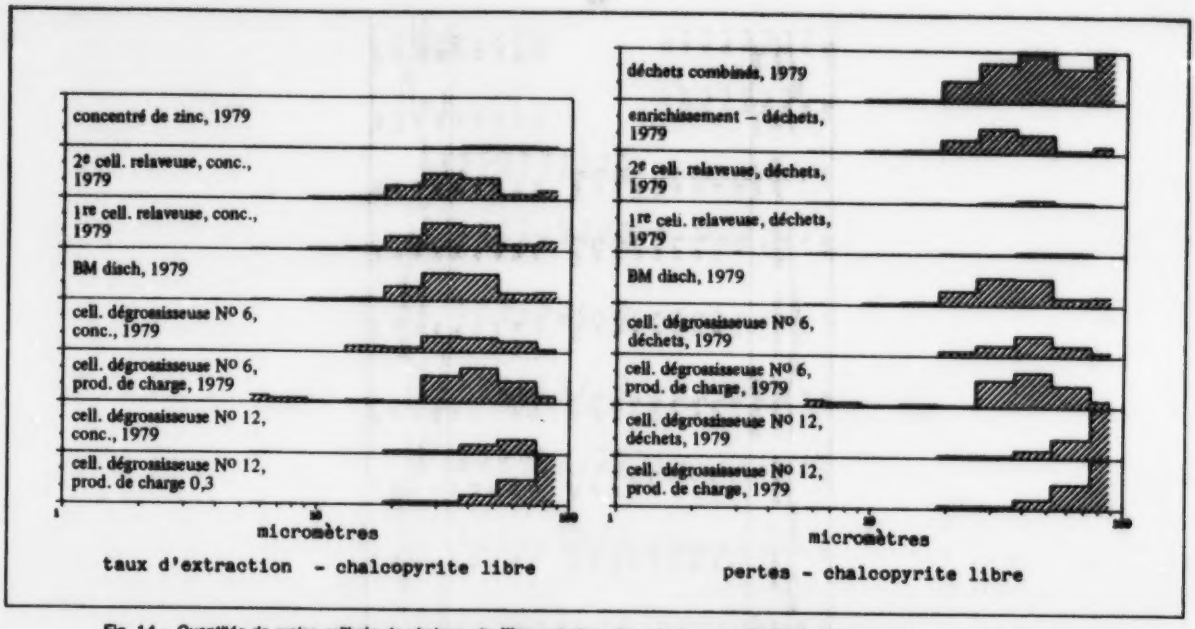

Fig. 14 – *Quantités de grains calibrés de chalcopyrite* libre *extraites et perdues* comme l'indique le titre de la figure 10. Échelle verticale = 0 à 10 %.

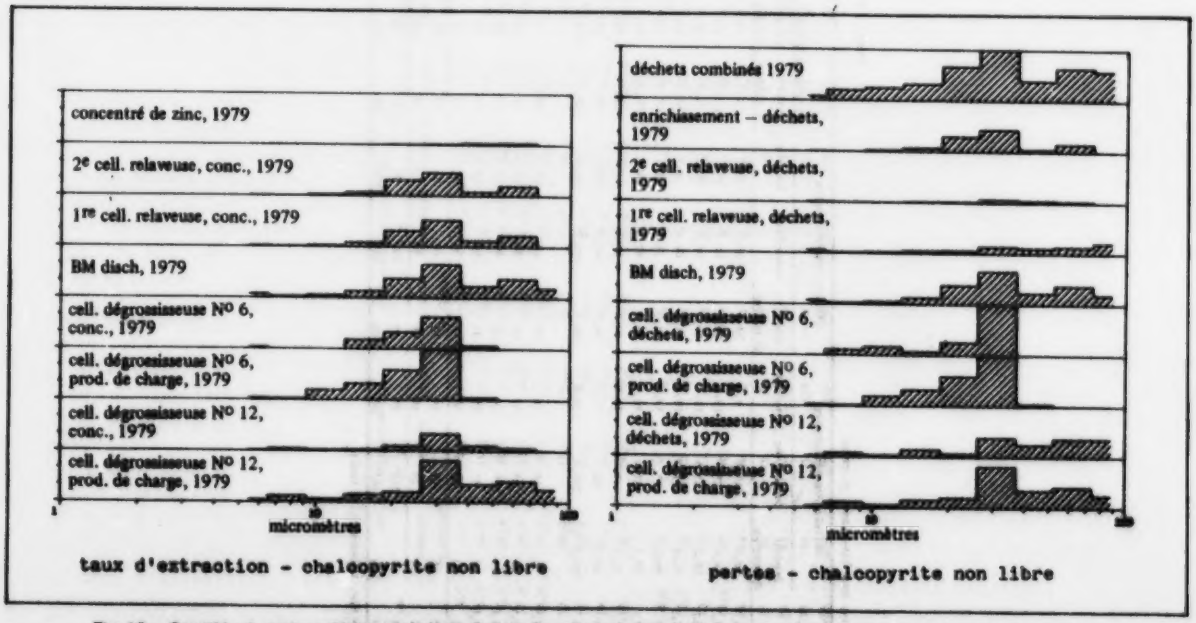

Fig. 15 – *Quantités de grains calibrés de chalcopyrite* non libre (dimensions de chalcopyrite dans les particules de minerai de seconde qualité) *extraites et perdues*, comme l'indique le titre de la figure 10. Échelle verticale = 0 à 10 %.

Tableau 5 – Composition granulométrique de la galénite libre

Dénomination		Cellule dégrossissage n° 12			Cellule dégrossissage n° 6			Broyeur à boulets		1ère cellule relavage			2e cellule relavage			Enrichissement				1977	
		Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Produit obtenu	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Déchets cumul.	Zn cumul.	Déchets cumul.
Passants	6,5	10,0	10,3	9,7	16,8	18,1	16,2	17,9	12,6	12,6	11,3	30,0	11,3	11,0	16,2	11,0	19,6	8,9	12,9		
	9,3	14,6	23,8	13,8	26,8	28,2	26,1	27,0	23,2	23,2	22,3	39,7	22,3	22,1	26,9	22,1	35,4	18,7	19,4		
	13,0	16,1	27,8	15,6	35,2	40,1	27,9	42,0	38,8	38,8	38,6	42,3	38,6	38,8	34,8	38,8	55,1	34,7	22,7		
	18,5	21,4	37,2	19,6	41,5	62,4	30,7	54,3	55,1	55,1	55,8	45,2	55,8	56,2	47,9	56,2	71,8	52,3	28,2		
	26	35,5	47,5	34,3	52,7	75,4	40,1	67,0	70,8	70,8	72,1	53,5	72,1	72,5	63,5	72,5	84,8	69,4	41,1		
	37	47,4	57,4	46,5	65,5	87,5	54,1	78,6	84,3	84,3	85,6	67,1	85,6	86,0	76,6	86,0	90,2	84,8	53,8		
	52	71,3	78,6	70,6	83,1	91,5	78,8	88,4	94,7	94,7	94,7	94,4	94,7	94,8	93,1	94,8	96,8	94,2	79,8		
	74	88,3	99,9	87,2	96,7	99,6	95,2	99,7	98,9	98,9	98,9	100,0	98,9	98,8	99,9	98,8	97,8	99,1	90,4		
	475	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0		
Oberwerfen	6,5	9	18	10	20	17	16	20	23	23	8	28	8	16	17	16	21	11	13	52	40,5
	9,3	12	24	12	26	36	26	26	35	35	15	38	15	30	28	30	39	25	18	41	48,3
	13,0	21	28	14	36	45	28	37	46	46	29	42	29	47	35	47	58	40	22	51	56,4
	18,5	27	37	19	41	57	32	46	61	61	45	45	45	61	49	61	74	58	28	62	66,4
	26	40	48	33	47	70	42	57	72	72	64	54	64	74	64	74	87	78	41	74	75,9
	37	56	58	46	69	80	55	68	84	84	79	67	79	87	77	87	96	90	52	87	86,3
	52	80	79	68	86	85	79	78	93	93	92	94	92	94	93	94	98	98	74	98	97,9
	74	97	100	86	93	100	96	81	98	98	100	100	100	99	100	99	98	99	91	100	99,9
	475	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

* poids pour cent traversant le tamis

Tableau 6 - Composition* granulométrique de la sphalérite non libre

Dimension µm	Cellule dégrossissseuse n° 12			Cellule dégrossissseuse n° 6			Broyeur à boulets		1ère cellule relaveuse			2e cellule relaveuse			Enrichissement			Déchets cumul.	1977	
	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Produit obtenu	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets		In cumul.	Déchets cumul.
Pondéré 6,5	9,6	7,1	11,6	7,8	3,3	18,8	5,8	8,1	8,1	6,9	14,5	6,9	5,3	14,3	5,3	6,0	0,1	10,8		
9,3	16,0	14,1	17,5	13,6	10,1	23,3	13,4	18,4	18,4	17,7	22,1	17,7	15,8	26,6	15,8	17,6	3,6	19,3		
13,0	28,9	20,8	21,3	24,7	22,9	29,6	24,5	32,8	32,8	32,6	33,9	32,6	31,1	39,2	31,1	34,6	6,5	30,7		
18,5	25,0	25,5	20,5	38,0	40,5	31,1	37,9	47,4	47,4	48,8	42,2	48,4	47,7	51,7	47,7	52,8	11,7	41,2		
26,0	38,0	35,1	33,1	50,5	55,7	36,1	51,5	65,3	65,3	67,3	55,0	67,3	67,5	66,4	67,5	73,4	25,7	55,2		
37	50,2	48,7	51,4	67,7	71,7	56,5	66,3	80,1	80,1	82,7	66,5	82,7	83,6	78,4	83,6	88,4	49,8	71,4		
52	68,3	64,9	71,1	82,1	82,2	81,7	78,5	90,8	90,8	92,9	80,1	92,9	93,5	90,1	93,5	96,9	69,9	86,2		
74	97,4	91,1	100,0	95,9	98,8	87,8	96,5	97,7	97,7	97,3	99,6	97,3	97,4	96,8	97,4	99,5	83,7	97,4		
+74	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0		
Observés 6,5	9	8	15	14	3	16	5	11	11	15	14	15	4	13	4	7	0	11	6,0	33,3
9,3	15	15	21	21	9	21	13	19	19	29	22	29	14	24	14	16	3	19	13,0	40,6
13	19	23	25	28	21	29	23	33	33	47	34	47	28	37	28	30	6	29	20,0	46,9
18,5	22	32	34	40	38	31	38	48	48	63	42	63	48	50	48	49	11	41	35,0	61,4
26	28	44	46	48	56	36	52	63	63	79	55	79	64	65	64	68	24	56	55,0	75,6
37	45	55	65	63	74	58	67	78	78	88	66	88	78	77	78	85	47	73	75,0	87,8
52	63	70	81	75	88	84	79	88	88	94	80	94	88	90	88	96	66	88	85,0	94,0
74	100	91	100	100	96	87	93	92	92	98	100	98	96	98	96	100	79	98	100	97,3
+74	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

* poids pour cent traversant le tamis

Tableau 7 - Composition granulométrique de la galène fine

Dimension en	Cellule dégrossissage n° 12			Cellule dégrossissage n° 6			Broyage à boulets		1ère cellule relavage			2e cellule relavage			Reclassement				1977	
	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Produit obtenu	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Déchets cumulés	In cumul.	Déchets cumulés
Passants 6,6	6	0	0	1	0,4	100	100	13,3	13,3	11,9	50	11,9	11,9	100	11,9	21,9	6,9	96,3		
9,3	44	39	46	37	38	100	100	39,4	39,4	33,9	75	33,9	33,9	100	33,9	83,1	8,9	90,4		
13	72	72	73	70	72	100	100	60,4	60,4	58,9	100	58,9	58,9	100	58,9	100	11,9	100		
18,5	100	100	100	100	100	100	100	81,1	81,1	81,1	100	81,1	81,1	100	81,1	100	26,3	100		
26	100	100	100	100	100	100	100	81,1	81,1	81,1	100	81,1	81,1	100	81,1	100	42,7	100		
37	100	100	100	100	100	100	100	81,1	81,1	81,1	100	81,1	81,1	100	81,1	100	70,0	100		
52	100	100	100	100	100	100	100	92,0	92,0	92,4	100	92,0	92,0	100	92,0	100	91,0	100		
74	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
+74	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
Chauvés 6,6	100	100	100	100	100	100	100	60	60	15	1	15	3	100	3	13	6	51	30	97,9
9,3	100	100	100	100	100	100	100	100	100	21	1	21	9	100	9	20	7	55	66	[illegible]
13	100	100	100	100	100	100	100	100	100	26	1	26	21	100	21	35	9	63,8	96	90,8
18,5	100	100	100	100	100	100	100	100	100	61	1	61	34	100	34	62	20	78,6	100	99,8
26	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	13	100	45	100	45	90	34	90,4	100	100
37	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	46	100	68	100	68	100	65	100	100	100
52	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	65	100	74	100	74	100	100	100	100	100
74	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	74	100	74	100	100	100	100	100
+74	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

* poids pour cent traversant le tamis

Tableau 8 – Compositions granulométriques de la galène non libre

Dimension µm		Cellule dégrossissage n° 12			Cellule dégrossissage n° 6			Broyeur à boulets		1ère cellule relaveuse			2e cellule relaveuse			Reclassement				1977	
		Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Produit obtenu	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Déchets comb.	In comp.	Déchets comp.
Pondéré	6,6	5,0	0	6,3	0,7	0	0	2,1	5,3	5,3	6,5	3,0	6,5	12,3	4,8	12,3	19,5	10,9	3,8		
	9,3	6,3	0	8,0	10,8	0	14,5	2,3	8,5	8,5	10,8	3,5	10,8	15,2	9,6	15,2	19,5	14,4	10		
	13	22,7	9,2	26,2	30,1	0	41,1	7,6	14,8	14,8	19,1	5,0	19,1	25,4	17,5	25,4	41,1	22,7	29,4		
	18,5	26,9	13,9	30,3	60,8	39,6	68,2	26,2	41,1	41,1	30,6	7,8	30,6	40,1	28,2	40,1	69,1	35,1	42,1		
	26	61,6	71,5	59,0	96,8	81,0	100	69,0	42,8	42,8	51,6	23,2	51,6	67,7	47,5	67,7	100	61,7	70,5		
	37	85,8	84,6	86,2	97,6	85,4	100	87,7	72,0	72,0	94,0	23,2	94,0	85,1	96,2	85,1	100	82,5	84,0		
	52	100	99,9	100	100	100	100	100	84,4	84,4	100	48,1	100	100	100	100	100	100	93,9		
	74	100	100	100	100	100	100	100	89,6	89,6	100	65,5	100	100	100	100	100	100	95,9		
	+74	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
Classé	6,5	6	32	6	10	13	0	2	10	10	5	3	5	8	7	8	15	11	5,6	33	62
	9,3	20	76	7	12	54	14	2	15	15	6	4	6	10	14	10	20	15	9,4	47	69
	13	26	100	24	26	100	59	6	15	15	14	5	14	15	20	15	40	23	22,1	61	77
	18,5	26	100	32	100	100	59	18	45	45	45	8	45	52	31	52	67	36	39,8	76	85
	26	54	100	64	100	100	100	51	76	76	86	24	86	72	51	72	100	62	75,0	90	93
	37	100	100	86	100	100	100	65	100	100	100	24	100	100	100	100	100	84	81,0	99	100
	52	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	50	100	100	100	100	100	100	94,1	100	100
	74	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	67	100	100	100	100	100	100	96,1	100	100
	+74	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

* poids pour cent traversant le tamis

Tableau 9 - Compositions granulométriques de la chalcopyrite libre

Dimension µm		Cellule dégrossissseuse n° 12			Cellule dégrossissseuse n° 6			Broyeur à boulets		1ère cellule relaveuse			2e cellule relaveuse			Enrichissement				1977	
		Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Produit cyclone	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Déchets cumul.	Zn cumul.	Déchets cumul.
Pondéré	6,5	0,1	0,8	0,1	6,1	0	0	0,3	0,6	0,6	0,4	3,2	0,4	0,3	1,2	0,3	0,2	1,5	0,2		
	9,3	0,1	11,2	0,1	9,8	0	0	0,3	0,7	0,7	0,5	3,5	0,5	0,3	2,4	0,3	0,2	2,3	0,2		
	13	0,1	20,6	0,1	11,0	0	0	0,3	2,7	2,7	2,4	7,0	2,4	2,4	2,4	2,4	2,3	3,7	1,0		
	18,5	0,1	52,0	0,1	13,4	11,1	0	10,7	5,7	5,7	5,6	7,8	5,6	5,5	7,0	5,5	5,3	6,8	1,9		
	26	2,6	100	2,5	18,7	19,4	9,5	18,5	21,6	21,6	21,8	19,5	21,8	22,9	10,3	22,9	24,1	12,2	11,1		
	37	5,2	100	5,0	40,2	48,4	31,0	46,2	52,2	52,2	53,6	30,0	53,6	55,9	29,3	55,9	59,6	23,0	28,1		
	52	12,7	100	12,6	73,1	74,8	71,4	75,8	81,6	81,6	82,6	66,2	82,6	82,6	82,5	82,6	86,0	52,5	49,6		
	74	31,8	100	31,7	93,5	94,9	91,9	95,3	90,2	90,2	89,5	100	89,5	88,7	98,4	88,7	89,7	79,8	64,5		
	+74	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
Observé	6,5	1	1	0	4	7	0	0,5	1	1	0,5	3	0,5	1	1	1	2	2	0,7	49	13,4
	9,3	1	11	0	7	25	12	0,5	1	1	0,5	4	0,5	1	3	1	3	3	3,7	65	21,2
	13	2	21	0	8	71	31	0,5	3	3	2	7	2	3	4	3	7	4	9,3	85	37,0
	18,5	4	51	0	10	100	45	12	4	4	7	8	7	8	7	8	19	7	16,2	99	52,6
	26	4	100	2	10	100	45	35	24	24	19	19	19	21	10	21	41	12	24,0	100	68,6
	37	4	100	8	27	100	100	57	64	64	46	30	46	52	29	52	67	23	47,3	100	78,9
	52	15	100	12	53	100	100	82	100	100	64	66	64	100	83	100	91	53	57,4	100	91,8
	74	59	100	30	80	100	100	100	100	100	72	100	72	100	100	100	100	81	69,0	100	100
	+74	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

° poids pour cent traversant le tamis

Tableau 10 – Composition* granulométrique de la chalcopyrite non libre

Dimension µm		Cellule dégrossissouse n° 12			Cellule dégrossissouse n° 6			Broyeur à boulets		1ère cellule relaveuse			2e cellule relaveuse			Enrichissement				1977	
		Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Produit obtenu	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Déchets cumul.	In conc.	Déchets cumul.
Pondéré	6,5	1,3	1,5	1,1	0,9	2,2	0	1,4	3,3	3,3	1,3	6,5	1,3	0,7	5,3	0,7	0,7	0,8	1,5		
	9,3	6,3	7,2	5,7	1,6	2,2	6,3	1,4	4,5	4,5	1,9	8,6	1,9	0,9	8,0	0,9	0,7	2,6	5,4		
	13	8,6	9,8	7,7	8,1	2,2	16,0	3,4	7,0	7,0	4,0	11,9	4,0	3,2	8,6	3,2	3,2	8,1	10,2		
	18,5	15,1	13,6	16,3	18,9	17,2	20,0	15,5	13,3	13,3	10,5	18,0	10,5	9,4	17,4	9,4	9,8	5,4	16,5		
	26	23,4	20,5	19,7	38,6	44,1	34,9	35,6	31,3	31,3	34,9	25,4	34,9	36,4	25,9	36,4	38,3	17,8	29,3		
	37	57,8	78,3	42,5	98,6	95,1	100	84,9	62,4	62,4	74,4	43,0	74,4	76,5	61,0	76,5	80,7	39,5	69,1		
	52	72,3	93,3	56,7	100	100	100	96,4	73,2	73,2	83,3	56,9	83,3	83,2	84,0	83,2	85,0	65,7	76,6		
	74	89,7	100	78,3	100	100	100	100	91,0	91,0	100	74,0	100	100	100	100	100	100	88,9		
	+74	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		
Observé	6,5	2	7	1	2	15	0	1	5	5	2	6	2	1	5	1	3	1	1,8	18	30,3
	9,3	5	14	7	2	35	15	1	6	6	4	8	4	1	7	1	5	3	9,4	22	41,9
	13	9	27	7	7	38	46	3	8	8	6	11	6	2	8	2	7	4	20,5	23	58,8
	18,5	13	54	23	17	100	100	14	16	16	9	17	9	8	18	8	22	5	47,4	35	74,8
	26	20	82	23	31	100	100	32	44	44	30	24	30	33	26	33	44	18	52,6	75	81,6
	37	53	100	45	100	100	100	78	76	76	73	41	73	67	61	67	88	36	71,0	100	87,1
	52	68	100	59	100	100	100	100	100	100	87	54	87	67	82	67	100	66	79,9	100	93,2
	74	100	100	72	100	100	100	100	100	100	100	72	100	100	100	100	100	100	86,8	100	97,6
	+74	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

* poids pour cent traversant le tamis

Tableau II – Quantités* de sphalérite dans les diverses classes granulométriques

Dimension µm	Cellule dégrossisseuse n° 12			Cellule dégrossisseuse n° 6			Broyeur à boulets		1re cellule relaveuse		2e cellule relaveuse		Enrichissement			1977	
	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Concentré	Déchets	Produit de charge	Produit obtenu	Concentré	Déchets	Concentré	Déchets	Concentré	Déchets**	Déchets cumul.	In cumul.	Déchets cumul.
A. Sphalérite libre																	
<6,5	2,75	0,35	2,38	3,44	2,15	1,39	2,63	2,52	2,10	0,42	1,95	0,15	0,71	1,25	8,91	5,66	7,17
6,5-9,3	1,10	0,10	1,00	2,05	1,21	0,85	1,34	2,12	2,05	0,07	1,96	0,09	0,56	1,39	2,48	1,00	1,38
9,3-13	0,40	0,06	0,30	1,73	2,48	0,16	2,20	3,12	3,03	0,10	2,96	0,07	0,71	2,25	1,26	1,77	1,42
13-18,5	1,40	0,18	1,20	1,29	1,59	0,24	1,81	3,26	3,20	0,04	3,08	0,12	0,60	2,48	2,09	1,94	1,78
18,5-26	3,72	0,19	3,52	2,29	1,54	0,81	1,87	3,14	3,03	0,12	2,88	0,14	0,47	2,42	4,92	2,13	1,68
26-37	3,13	0,19	2,94	2,63	1,44	1,20	1,70	2,70	2,51	0,19	2,39	0,12	0,34	2,05	4,69	2,30	1,85
37-52	6,30	0,40	5,96	3,61	0,48	2,13	1,44	2,08	1,69	0,38	1,56	0,15	0,09	1,44	8,53	1,95	2,05
52-74	4,51	0,41	4,04	2,78	0,96	1,41	1,67	0,84	0,79	0,08	0,71	0,06	0,04	0,69	5,56	0,35	0,36
>74	3,09	0,00	3,16	0,68	0,05	0,81	0,04	0,22	0,20	0,00	0,21	0,00	0,08	0,13	3,66	0,00	0,01
Total	26,40	1,90	24,50	20,50	11,90	8,60	14,70	20,00	18,60	1,40	17,70	0,90	3,60	14,10	38,10	17,70	17,70
B. Sphalérite non libre* **																	
<6,5	2,04	0,83	1,11	2,36	0,78	1,60	2,35	2,86	2,03	0,86	1,27	0,79	1,24	0,00	4,82	0,58	18,35
6,5-9,3	1,35	0,82	0,57	1,98	1,59	0,38	3,09	3,64	3,17	0,48	2,51	0,67	2,40	0,12	3,79	0,68	4,02
9,3-13	1,08	0,78	0,36	3,54	3,01	0,54	4,51	5,08	4,38	0,70	3,65	0,70	3,49	0,09	5,08	0,68	3,47
13-18,5	0,87	0,59	0,31	4,24	4,14	0,12	5,44	5,15	4,65	0,49	3,97	0,68	3,75	0,16	4,89	1,46	7,99
18,5-26	1,98	1,13	0,83	3,99	3,57	0,43	5,92	6,32	5,56	0,76	4,73	0,81	4,24	0,45	6,24	1,94	7,83
26-37	3,36	1,59	1,75	5,49	3,76	1,73	6,01	5,23	4,52	0,67	3,85	0,66	3,09	0,77	7,22	1,94	6,72
37-52	3,84	1,89	1,90	4,59	2,47	2,14	4,95	3,77	3,00	0,81	2,37	0,65	1,75	0,65	6,61	1,94	3,91
52-74	6,12	3,07	2,77	4,40	3,90	0,52	7,31	2,44	1,30	1,15	0,93	0,36	0,54	0,44	4,99	0,48	1,32
>74	0,60	1,04	0,00	1,31	0,28	1,04	1,42	0,81	0,79	0,02	0,62	0,18	0,10	0,52	1,16	0,00	1,49
Total	21,20	11,70	9,60	31,90	23,50	8,50	40,5	35,30	29,40	5,90	23,90	5,50	20,60	3,20	44,60	9,70	55,10

* Total de sphalérite libre plus total de sphalérite non libre dans la cellule dégrossisseuse 12 plus la cellule dégrossisseuse 6 = 100 %

** Déchets du traitement d'enrichissement = concentrés de zinc

*** Les dimension de la sphalérite non libre sont celles des inclusions de sphalérite dans les grosses particules de minerai de seconde qualité

Tableau 12 – Quantités* de galène dans les diverses classes granulométriques

Dimension µm	Cellule dégrossisseuse n° 12			Cellule dégrossisseuse n° 6			Broyeur à boulets		1re cellule relaveuse		2e cellule relaveuse		Enrichissement		
	Produit de charge	Concentrés	Déchets	Produit de charge	Concentrés	Déchets	Produit de charge	Produit obtenu	Concentrés	Déchets	Concentrés	Déchets	Concentrés	Déchets**	Déchets comb.
A. Galène libre															
<6,5	0,52	0,00	0,52	0,01	0,01	0,00	3,2	1,73	1,48	0,25	1,48	0,00	2,06	0,21	9,46
6,5-9,3	3,26	0,70	2,56	0,51	0,51	0,00	0,00	2,87	2,72	0,15	2,72	0,00	5,74	0,06	5,73
9,3-13	2,41	0,60	1,81	0,46	0,46	0,00	0,00	3,25	3,10	0,15	3,10	0,00	1,66	0,09	1,61
13-18,5	2,40	0,50	1,81	0,42	0,42	0,00	0,00	2,69	2,76	0,00	2,76	0,00	0,00	0,43	0,00
18,5-26	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,49	0,00
26-37	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,94	0,00
37-52	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,42	1,40	0,00	1,42	0,00	0,00	0,51	0,00
52-74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,04	0,94	0,00	1,04	0,00	0,00	0,27	0,00
>74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Total	8,60	1,80	6,70	1,40	1,40	0,00	3,2	13,00	12,40	0,55	12,40	0,00	9,40	3,00	16,80
B. Sphalérite non libre* **															
<6,5	2,56	0,00	2,48	0,27	0,00	0,00	0,58	0,93	0,54	0,28	0,33	0,27	0,23	0,16	2,99
6,5-9,3	0,67	0,00	0,67	3,92	0,00	4,18	0,05	0,57	0,36	0,05	0,08	0,27	0,00	0,06	4,88
9,3-13	8,39	1,09	7,17	7,49	0,00	7,66	1,45	1,10	0,69	0,14	0,28	0,44	0,26	0,12	15,27
13-18,5	2,15	0,55	1,62	11,91	4,00	7,80	5,10	4,63	0,95	0,26	0,39	0,60	0,34	0,19	9,98
18,5-26	17,77	6,80	11,31	13,97	4,18	9,16	11,73	0,30	1,74	1,43	0,75	1,08	0,37	0,40	22,35
26-37	12,39	1,54	10,71	0,31	0,45	0,00	5,12	5,14	3,52	0,00	0,47	2,73	0,00	0,31	10,63
37-52	7,27	1,82	5,54	0,93	1,47	0,00	3,39	2,18	0,50	2,31	0,40	0,21	0,00	0,26	7,79
52-74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,92	0,00	1,62	0,00	0,00	0,00	0,00	1,57
>74	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,83	0,00	3,21	0,00	0,00	0,00	0,00	3,23
Total	51,20	11,80	39,40	38,80	10,10	28,80	27,40	17,60	8,30	9,30	2,70	5,60	1,20	1,50	78,70

* Total de galène libre plus total de galène non libre dans la cellule dégrossisseuse 12 plus la cellule dégrossisseuse 6 = 100 %

** Déchets du traitement d'enrichissement = concentrés de zinc

*** Les dimensions de la galène non libre sont celles des inclusions de galène dans les grosses particules de minerai de seconde qualité

Tableau 13 – Quantité* de chalcopyrite dans les diverses classes granulométriques

Dimension µm	Cellule dégrossisseuse n° 12			Cellule dégrossisseuse n° 6			Broyeur à boulets		1re cellule relaveuse		2e cellule relaveuse		Enrichissement		
	Produit de charge	Concentrés	Déchets	Produit de charge	Concentrés	Déchets	Produit de charge	Produit obtenu	Concentrés	Déchets	Concentrés	Déchets	Concentrés	Déchets**	Déchets tot.
A. Chalcopyrite libre															
<6,5	0,03	0,05	0,02	1,27	0,00	0,00	0,05	0,11	0,07	0,04	0,05	0,02	0,03	0,02	0,09
6,5-9,3	0,00	0,61	0,00	0,78	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,32	0,01	0,00	0,02	0,00
9,3-13	0,00	0,57	0,00	0,25	0,00	0,00	0,00	0,36	0,32	0,04	0,47	0,00	0,29	0,02	0,36
13-18,5	0,00	1,84	0,00	0,50	1,19	0,00	1,88	0,54	0,54	0,01	2,66	0,07	0,41	0,05	0,81
18,5-26	0,64	2,83	0,48	0,27	0,89	0,97	1,40	2,86	2,70	0,15	5,05	0,04	2,57	0,08	4,16
26-37	0,68	0,00	0,50	5,33	3,10	2,19	4,99	5,51	5,31	0,14	4,09	0,27	4,87	0,18	7,68
37-52	1,94	0,00	1,52	6,88	2,82	4,12	5,32	5,29	4,84	0,47	0,93	0,75	3,61	0,47	9,72
52-74	4,95	0,00	3,82	4,26	2,15	2,09	3,51	1,55	1,16	0,44	1,73	0,22	0,51	0,44	6,73
>74	17,66	0,00	13,66	1,36	0,55	0,83	0,88	1,76	1,75	0,00	0,00	0,02	1,41	0,32	16,05
Total	25,90	5,90	20,00	20,90	10,70	10,20	18,00	18,00	16,70	1,30	15,30	1,40	13,70	1,60	45,30
B. Chalcopyrite non libre***															
<6,5	0,31	0,10	0,18	0,27	0,27	0,00	0,30	0,70	0,17	0,52	0,08	0,10	0,07	0,00	0,79
6,5-9,3	1,17	0,39	0,77	0,21	0,00	1,09	0,00	0,25	0,08	0,15	0,02	0,04	0,00	0,03	2,03
9,3-13	0,54	0,18	0,34	1,93	0,00	1,68	0,42	0,53	0,27	0,26	0,26	0,02	0,26	0,01	2,52
13-18,5	1,53	0,26	1,43	3,20	1,86	0,69	2,55	1,33	0,86	0,49	0,70	0,15	0,68	0,01	3,29
18,5-26	1,95	1,01	0,57	5,85	3,34	2,58	4,28	3,79	3,15	0,59	3,05	0,15	2,94	0,13	6,69
26-37	8,08	3,40	3,81	17,82	6,32	11,26	10,40	6,57	5,22	1,41	4,54	0,64	4,36	0,18	20,82
37-52	3,41	1,00	2,37	0,42	0,61	0,00	2,43	2,28	1,16	1,11	0,75	0,41	0,45	0,30	5,98
52-74	4,09	0,46	3,61	0,00	0,00	0,00	0,76	3,75	2,19	1,37	1,90	0,29	1,54	0,38	6,49
>74	2,82	0,00	3,62	0,00	0,00	0,00	0,00	1,90	0,00	2,08	0,00	0,00	0,00	0,00	5,80
Total	23,50	6,80	16,70	29,70	12,40	17,30	21,10	21,10	13,10	8,00	11,30	1,80	10,30	1,00	52,30

* Total de chalcopyrite libre plus total chalcopyrite non libre dans la cellule dégrossisseuse 12 plus la cellule dégrossisseuse 6 = 100 %

** Déchets du traitement d'enrichissement = concentrés de zinc

*** Les dimensions de la chalcopyrite non libre sont celles des inclusions de sphalérite dans les grosses particules de minerai de seconde qualité

DISCUSSION

Une comparaison entre les échantillons de 1979 et ceux de 1977 montre qu'il existe plusieurs différences dans le comportement de la sphalérite, à l'intérieur du circuit secondaire d'extraction du zinc. Le principal problème observé lors de l'opération de 1977 a été une perte de sphalérite libre, laquelle s'est retrouvée dans les résidus de la première cellule de relavage (tableau 4). Lors de l'opération de 1979, on a réduit cette perte à 1,4 % en poids du zinc, par rapport à un chiffre initial de 6,2 %. Par ailleurs, lors des travaux de 1979, on avait observé une perte plus élevée de sphalérite libre se retrouvant dans les stériles des cellules dégrossisseuses qu'en 1977 (24,5 % par rapport à 5,3 % pour la cellule dégrossisseuse n° 12 et 8,6 par rapport à 2,7 % pour la cellule dégrossisseuse n° 6). L'analyse granulométrique (figures 10 et 11) montre que les grains de sphalérite libres dans les cellules de dégrossissage sont assez gros pour être extraits. Ceci suggère que, périodiquement, des portions du concentrateur ne fonctionnent pas efficacement. On a suggéré que l'on pouvait réduire au maximum les fluctuations du fonctionnement des cellules dégrossisseuses dans le circuit secondaire producteur de zinc, en surveillant la teneur en zinc des stériles des cellules dégrossisseuses et en maintenant la valeur aux environs de 0,9 % en poids de Zn, valeur obtenue lors des travaux de 1977.

La qualité du concentré de zinc obtenue lors de l'étude de 1979 était beaucoup plus élevée qu'en 1977 (53,5 au lieu de 40,5 % en poids de Zn), mais le taux d'extraction était plus faible (17,3 au lieu de 27,4 % de zinc dans le circuit secondaire de production du zinc). On a obtenu le concentré de zinc de plus haute teneur en rejetant davantage de sphalérite non libre (7 % de la sphalérite totale non libre dans le circuit a été extraite du concentré de zinc au lieu de 15 % en 1977), mais on a aussi noté une perte importante de sphalérite libre (35 % de la sphalérite libre totale dans le circuit a été extraite du concentré de zinc au lieu de 50 % en 1977).

Dans le circuit, la majeure partie de la galène (80 % en poids) se retrouve dans les grains de seconde qualité, et de cette quantité, presque tout (79 % en poids) dans les stériles. La galène libre est de granulométrie très fine et en majorité (17 % de galène en poids) se retrouve aussi dans les stériles (figure 13). On a récupéré dans le concentré de zinc une petite quantité de galène libre (3,0 % en poids de galène dans le circuit) et de galène fixée à la sphalérite (1,5 % en poids de galène dans le circuit).

Dans le circuit, une quantité significative de chalcopyrite (47 % en poids) est libre, et la majorité (45 % en poids) aboutit dans les stériles. Une grande partie de cette chalcopyrite libre se présente sous forme de particules plus grosses que 37 µm. Dans les échantillons de 1977, une proportion significative de chalcopyrite se présente aussi dans les stériles sous forme de grosses particules libres. La chalcopyrite non libre se retrouve aussi dans les déchets de traitement. Une partie des grains non libres sont assez gros pour être libérés par un nouveau broyage.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient R. Grant de la BMS d'avoir fourni les échantillons et effectué les analyses chimiques, et J.M.D. Wilson du Laboratoire de traitement des minerais de les avoir guidés et conseillés dans l'utilisation du programme MATBAL 2.

BIBLIOGRAPHIE

Laguitton, D. 1980. "Material balance of mineral processing flowsheets: FORTRAN program MATBAL 2, users manual" Division Report MRP/MSL 80-33(IR). CANMET, Énergie, Mines et Ressources Canada.

Petruk, W. 1978. "Correlation between grain sizes in polished section with sieving data and investigation of mineral liberation measurements from polished section". Inst Min and Met Tran C 87:C272-C277.

Petruk, W. and Schnarr, J.R. 1981. "An evaluation of the recovery of free and unliberated minerals grains; metals and trace elements in the concentrator of the Brunswick Mining and Smelting Corp. Ltd". CIM Bull 74:833:132-159.

SONDAGE

L'opinion des lecteurs intéressés peut influencer l'orientation future des recherches à CANMET.

Nous vous invitons, donc, à évaluer le rapport - n°_____

Est-il utile?	**Oui____**	**Non____**
Traite-t-il d'un problème de l'industrie?	**Oui____**	**Non____**
Le sujet est-il prioritaire?	**Oui____**	**Non____**

Commentaires _____

_____

_____

Postez à: **Rédacteur de CANMET, EMR, 555, rue Booth,**
Ottawa, Ontario, K1A 0G1

Une copie gratuite de la REVUE DE CANMET sera envoyée sur demande.

CANMET REPORTS

Recent CANMET reports presently available or soon to be released through Printing and Publishing, Supply and Services Canada (addresses on inside front cover), or from CANMET Publications Office, 555 Booth St., Ottawa, Ontario, K1A 0G1:

Les récents rapports de CANMET, qui sont présentement disponibles ou qui le seront bientôt peuvent être obtenus de la direction de l'Imprimerie et de l'Edition, Approvisionnements et Services Canada (adresses au verso de la page couverture), ou du Bureau de vente et distribution de CANMET, 555, rue Booth, Ottawa, Ontario, K1A 0G1:

83-2E McMaster, An Allogenic Massive Sulphide Copper Deposit, Bathurst Area, New Brunswick; J.L. Jambor;
Cat. No. M38-13/83-2E, ISBN 0-660-11377-5; Price: $3.25 Canada, $3.90 other countries.

83-2F Le gisement McMaster, un gisement de sulfure de cuivre allogène massif dans la région de Bathurst au Nouveau-Brunswick; J.L. Jambor;
Cat. No. M38-13/83-2F, ISBN 0-660-91158-2; Price: $3.25 Canada, $3.90 à l'étranger.

83-4E An Evaluation of Two Methods for the Determination of Indium in Ores, Concentrates and Zinc Processing Products by Flame Atomic-emission and Flame Atomic-absorption Spectrophotometry; Elsie M. Donaldson;
Cat. No. M38-13/83-4E, ISBN 0-660-11394-5; Price: $3.00 Canada, $3.60 other countries.

83-5E Industrial Minerals - Problem Areas and Opportunities; R.K. Collings and P.R.A. Andrews;
Cat. No. M38-13/83-5E, ISBN 0-660-11411-9; Price: $6.25 Canada, $7.50 other countries.

83-5F Problèmes et aspects favorables des minéraux industriels; R.K. Collings et P.R.A. Andrews;
Cat. No. M38-13/83-5F, ISBN 0-660-91251-1; Price: $6.25 Canada, $7.50 à l'étranger.

83-8E Alkalai Resistant Fibres - A Review; S.S.B. Wang;
Cat. No. M38-13/83-8E, ISBN 0-660-11542-5; Price: $3.25 Canada, $3.90 other countries.

83-8F Fibres résistantes aux alcalis: Étude documentaire; S.S.B. Wang;
Cat. No. M38-13/83-8F, ISBN 0-660-91293-7; Price: $3.25 Canada, $3.90 à l'étranger.

83-9E Radium 226 in Certified Uranium Reference Ores DL-1a, BL-4a, DH-1a and BL-5; C.W. Smith and H.F. Steger;
Cat. No. M38-13/83-9E, ISBN 0-660-11465-8; Price: $2.25 Canada, $2.70 other countries.

83-9F Radium-226 dans les minerais d'uranium de référence ores DL-1a, BL-4a, DH-1a and BL-5; C.W. Smith et H.F. Steger;
Cat. No. M38-13/83-9F, ISBN 0-660-91290-2; Price: $2.25 Canada, $2.70 à l'étranger.

83-10E TAN-1: A Certified Tantalum Reference Ore; H.F. Steger and W.S. Bowman;
Cat. No. M38-13/83-10E, ISBN 0-660-11504-2; Price: $2.50 Canada, $3.00 other countries.

83-10F TAN-1: Minerai de référence de tantale; H.F. Steger et W.S. Bowman;
Cat. No. M38-13/83-10F, ISBN 0-660-91291-0; Price: $2.50 Canada, $3.00 à l'étranger.

83-14E MP-2: A Certified Tungsten-molybdenum Reference Ore; H.F. Steger and W.S. Bowman;
Cat. No. M38-13/83-14E, ISBN 0-660-11541-7; Price: $3.00 Canada, $3.60 other countries.

83-14F MP-2: un minerai de référence certifié de tungstène-molybdène; H.F. Steger et W.S. Bowman;
Cat. No. M38-13/83-14F, ISBN 0-660-91285-6; Price: $3.00 Canada, $3.60 à l'étranger.

83-15E CANMET Review 1982-1983; Staff of Technology Information Division;
Cat. No. M38-13/83-15E, ISBN 0-660-11615-4; Price: $5.00 Canada, $6.00 other countries.

83-15F Revue de CANMET 1982-1983; Personnel de la division de l'information technologique;
Cat. No. M38-13/83-15F, ISBN 0-660-91278-3; Price: $5.00 Canada, $6.00 à l'étranger.

83-16E Asbestos/Cement pipe corrosion Part 1 - Historical, Technological Economic and Statistical Background; B. Nebesar;
Cat. No. M38-13/83-16E, ISBN 0-660-11557-3; Price: $2.50 Canada, $3.00 other countries.

83-20E Coal Mining in Canada: 1983; A.S. Romaniuk and H.G. Naidu;
Cat. No. M38-13/83-20E, ISBN 0-660-11616-2; Price: $6.00 Canada, $7.20 other countries.

POOR

QUALITY

ORIGINAL